Journal of Agroecology
Vol. 11, No.2, Summer 2019, p. 687-701

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 2، تابستان 1398، ص 701-687

ارزیابی تأثیر آرایش کاشت و تیمارهای کودی بر رشد و عملکرد گل و بذر گونه دارویی پنیرک (*Malva sylvestris* L.)

علیرضا کوچکی[1*]، سرور خرم دل[2]، ال ناز ابراهیمیان[3] و جواد شباهنگ[3]

تاریخ دریافت: 1393/09/15
تاریخ پذیرش: 1393/11/07

کوچکی، ع.، خرم دل، س.، ابراهیمیان، ا.، و شباهنگ، ج. 1398. ارزیابی تأثیر آرایش کاشت و تیمارهای کودی بر رشد و عملکرد گل و بذر گونه دارویی پنیرک (*Malva sylvestris* L.). بوم‌شناسی کشاورزی. 11 (2): 701-687.

چکیده

به‌منظور ارزیابی تأثیر آرایش کاشت و تیمارهای کودی بر رشد و عملکرد گل و بذر گونه دارویی پنیرک (*Malva sylvestris* L.)، آزمایشی به صورت کرت‌های دو بار خردشده (اسپلیت اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد در دو سال زراعی 92-1391 و 93-1392 به اجرا درآمد. منابع کودی شامل کود دامی از نوع گاوی، کمپوست زباله شهری پوسیده، کود شیمیایی و شاهد (عدم مصرف کود) و سه آرایش کاشت یک‌طرفه با فاصله 70 سانتی‌متر، یک‌طرفه با فاصله 90 سانتی‌متر و دوطرفه (با فاصله ردیف 100 سانتی‌متر) و دو برداشت به ترتیب به‌عنوان عامل کرت‌های اصلی، فرعی و فرعی فرعی در آزمایش در نظر گرفته شدند. صفات موردمطالعه شامل ارتفاع بوته، عملکرد گل تر و خشک، عملکرد بیولوژیک، دانه و درصد موسیلاژ پنیرک بودند. نتایج نشان داد که اثر ساده و متقابل تمام فاکتورها بر بیشتر صفات موردمطالعه معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد خشک گل برای کود دامی و آرایش کاشت دوطرفه (4071/17 کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد و کمترین میزان به شاهد×آرایش کاشت یک‌طرفه 90 سانتی‌متر (1095/85 کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت. بیشترین و کمترین عملکرد خشک گل به ترتیب برای کود دامی×برداشت دوم (4596/06 کیلوگرم در هکتار) و شاهد×برداشت اول (941/69 کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. بالاترین عملکرد بیولوژیک و بذر مربوط به آرایش دوطرفه (به ترتیب با 4731/01 و 813/60 کیلوگرم در هکتار) بود و کمترین میزان به آرایش یک‌طرفه 90 سانتی‌متر (به ترتیب با 3880/96 و 635/74 کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت. کاربرد کود دامی در مقایسه با شاهد بیشترین تأثیر معنی‌دار را در افزایش درصد موسیلاژ داشت؛ به طوری‌که بیشترین درصد موسیلاژ برای کود دامی (12/06 درصد) بدست آمد و کمترین میزان به کود شیمیایی (9/32 درصد) تعلق داشت. بر اساس نتایج این آزمایش، آرایش کاشت دوطرفه و بهره‌گیری از کودهای دامی را می‌توان به‌عنوان راهکاری پایدار جهت دستیابی به عملکرد مطلوب کمی و کیفی در مدیریت این گونه دارویی مدنظر قرارداد.

واژه‌های کلیدی: کشت دو طرفه، کمپوست زباله شهری، کود دامی، کود آلی، موسیلاژ

مقدمه

پنیرک (*Malva sylvestris* L.) گیاهی دارویی یک ساله، دو ساله یا به‌ندرت چندساله از خانواده پنیرکیان (Malvaceae) می‌باشد. اگرچه منشأ این گیاه آسیای میانه است، ولی به دلیل سازگاری نسبتاً بالا به شرایط مختلف آب و هوایی و خاک تقریباً در تمام دنیا ازجمله ایران رویش دارد. گل‌های پنیرک دارای خاصیت ملین، مدر و ضد سرفه بوده (Wichtl, 2004) و نیز حاوی نوعی حذف‌کننده رادیکال-های آزاد، آنتوسیانین و آنتی‌اکسیدانت طبیعی می‌باشد که به دلیل جلوگیری از تشکیل لخته‌های خون در رگ‌ها، می‌توانند سبب کاهش بروز بیماری‌های قلبی عروقی شوند (Unver et al., 2009).

1، 2 و 3- به‌ترتیب استاد، دانشیار و دانشجوی دکتری اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: akooch@um.ac.ir
Doi:10.22067/jag.v11i2.42037

در طی چند دهۀ اخیر، مصرف نهـادههـای شـیمیایی در اراضـی کشاورزی منجر به ایجاد اثرات سوء زیستمحیطـی ازجملـه آلـودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و نیز کاهش حاصلخیزی خاکها شده اسـت (Koocheki et al., 2008; Nassiri Mahalati et al., 2009; Quansah et al., 2008). اگرچـه مصـرف کودهـای شیمیایی در سیستمهای زراعی متداول ممکن اسـت در کوتـاهمـدت منجر به افزایش عملکرد شود، ولی میتواند در درازمدت بر حاصـل-خیزی خاک و عملکرد گیاه تأثیر منفی داشته باشـد (Koocheki et al., 2008; Liu et al., 2010). جهت کـاهش مشـکلات ناشـی از مصرف کودهای شیمیایی، نگرش به سمت کشاورزی پایدار بـر پایـه مصرف کودهای آلی و با هدف حذف یا کاهش مصـرف نهـادههـای شیمیایی، راهکاری مطمئن بـه شـمار مـیآیـد (Koocheki et al., 2008; Nassiri Mahalati et al., 2009).

در تولید گیاهان دارویی، علاوه بر شـرایط آب و هـوایی، عوامـل خاک و بهویژه عناصر غذایی از اهمیت بسیار زیادی برخوردار میباشد، زیرا عناصر غذایی با تأثیر بر رشد رویشی و زایشی، نسبت این اندامها را تغییر داده و بر کمیّت و کیفیّت محصول مؤثر میباشـند (Azizi, 2000). بهبود حاصلخیزی خاک در تأمین عناصر غـذایی لازم بـرای سنتز متابولیتها و افزایش وزن خشک گیاه و بهبـود عملکـرد حـائز اهمیت است (Moazzen et al., 2006). بدین ترتیب، مدیریت خوب و صحیح درنتیجه کاربرد کودهای زیسـتی و آلـی شـرایط تغذیـهای بهتری را برای گیاه فراهم میآورد که میتواند تأثیر مطلوبی بر بهبود رشد گیاهان به همراه داشته باشد (Vessey, 2003).

کودهای آلی فرآوردههای اصیل و بدون خطری هستند که برای دستیابی به پایداری کشاورزی مناسب مـیباشـند (Maeder et al., 2002). کاربرد نهادههای آلی سبب بهبود ساختمان، محتوی ماده آلی و حاصلخیزی خاک میشود (Patra et al., 2000). مادر و همکاران (Maeder et al., 2002) دریافتند که کودهای آلی به دلیل افـزایش تخلخل و نفوذپذیری، کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک و افزایش قابلیت نگهداری آب در خاک، تأثیرات مثبتی بر رشد گیاهـان دارنـد. مصرف کود دامی در کشـاورزی سـنتی جایگـاه ویـژهای را بـه خـود اختصاص داده و در حال حاضر نیز نقش مهمی را در کشاورزی پایدار ایفاء مینماید.

یکی از منابع مهم کودهای آلی، کود دامی است کـه عـلاوه بـر اثرات مثبت بیولوژیک و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، در تأمین عناصر غذایی موردنیاز گیاه نیز مؤثر میباشد (Herencia et al., 2007; Safadoust et al., 2007). درنتیجه مصرف کود دامی و به ویژه کمپوست حاصل از آن، عناصر غذایی بهتدریج آزاد شده و در اختیار گیاه قرار میگیرند که منجر به کاهش آلودگی زیستمحیطـی میشوند (Adediran et al., 2004; Gupta et al., 2004). نتـایج بررسیها همچنین مؤید این مطلب است که کودهـای دامـی حـاوی عناصر ریزمغذی هستند که میتوانـد باعـث بهبـود کیفیـت و تولیـد گیاهان دارویی گردند (Maeder et al., 2002). استفاده از کودهـای دامی میتواند با خنثی نمودن اسیدیته خـاک، در افـزایش حلالیـت و فراهمی بعضی از ریزمغذیها مثل روی و مس نیز مؤثر باشد. در این راستا پاندی (Pandey, 2005) اظهار نمود که مصرف کمپوست کـود دامی در مقایسه با شاهد موجب افزایش قابلملاحظه گلدهی در گیاه دارویـی درمنـه (*Artemisia tridentata* L.) گردیـد. ایـراننـژاد و همکاران (Iran Nejad et al., 2006) با بررسی اثر حاصلخیزکننده-های خاک بر عملکرد گیاه دارویـی ختمـی در منطقـه کاشـان بیـان داشتند که کود نیتروژن بهطور معنیداری رشد و عملکرد گل ختمی را تحت تأثیر قرارداد؛ بهطوریکه بالاترین عملکرد تر و خشک گل برای تیمار 100 کیلوگرم نیتروژن به ترتیب با 624/3 و 89/8 کیلـوگرم در هکتار مشاهده شد.

در کنار مصرف کودهای آلی، انتخـاب آرایـش کاشـت و تـراکم گیاهی مناسب به جهت استفاده مطلوب از کلیه عوامل و نهـادههـای تولیـد اهمیـت خاصـی دارد (Koocheki et al., 2011a). آرایـش کاشت یا وضعیت هندسی بوتهها روی ردیف را میتوان با تغییر عرض ردیف، فاصله بین بوتهها و چگونگی قرارگیری بوتـههـا روی ردیـف کاشت تغییر داد (Bazrafshan et al., 2005). انتخاب آرایش مناسب کاشت از طریق تغییر در توزیع نور دریافتی در درون سایهانداز گیاهی، فتوسنتز را تحت تأثیر قرار میدهد. علاوه بر این، آرایش کاشـت بـر دسترسی به آب و عناصر غذایی نیز اثر دارد (Begna et al., 1997). کمبود تعداد گیاه در واحد سطح سبب میشود که گیاه از عوامل مؤثر بر تولید به شکل کارآمد بهرهبرداری نکند؛ از طـرف دیگـر، افـزایش بیش از حد تراکم، سبب افزایش رقابت و کاهش عملکرد در گیاه می-گردد (Koocheki et al., 2011 b). دراینارتباط، شارما و همکـاران (Sharma & Prasad, 1990) گـزارش کردنـد کـه در گیـاه رازیانـه (*Foeniculum vulgare* Mill.) با افزایش فواصل ردیـف از 15 تـا 30 سانتیمتر، عملکرد بذر به سبب کاهش رقابت بین بوتهها بهطـور

معنی‌داری افزایش یافت. شباهنگ و همکاران (Shabahang et al., 2010) نیز با بررسی اثر فواصل بین ردیف و روی ردیف و آرایش کاشت بر اجزای عملکرد و عملکرد بذر و روغن گیاه دارویی کدو پوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) اظهار داشتند که آرایش کاشت به‌طور معنی‌داری صفات موردمطالعه را تحت تأثیر قرارداد. ازاین‌رو، اطمینان از افزایش عملکرد می‌تواند از طریق تراکم مناسب جمعیت یک گونه و در قالب یک آرایش کاشت مناسب حاصل شود.

این آزمایش با هدف مطالعه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی و آرایش‌های مختلف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی پنیرک انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت کرت‌های دو بار خردشده (اسپلیت اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی 92-1391 و 93-1392 اجراشد. قبل از آزمایش جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، نمونه‌برداری از عمق 30-0 سانتی‌متری خاک انجام شد (جدول 1). در این مطالعه، منابع کود دامی، کمپوست زباله شهری، کود شیمیایی و شاهد (عدم مصرف کود) به عنوان عامل اصلی و سه آرایش کاشت (شکل 1) یک طرفه با فاصله 70 سانتی‌متر و یک طرفه با فاصله 90 سانتی‌متر و دو طرفه (با فاصله ردیف 100 سانتی‌متر) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند.

ابعاد کرت‌های اصلی 13/9×3 متر مربع و ابعاد بلوک‌ها 3 × 44/7 متر مربع در نظر گرفته شد. ابعاد کرت‌های فرعی نیز در آرایش‌های دوطرفه، یک‌طرفه 90 سانتی‌متر و یک طرفه 70 سانتی‌متر به ترتیب 3 × 4/5، 3 × 3/6 و 3 × 2/8 متر مربع بود. فاصله بین بلوک‌ها و کرت‌های اصلی و فرعی نیز 1/5 متر فاصله در نظر گرفته شد.

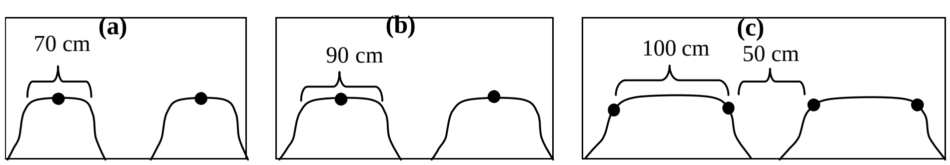
چهل تن در هکتار کود دامی پوسیده از نوع گاوی و 20 تن در هکتار کمپوست زباله شهری قبل از کاشت به خاک اضافه شد و با عمق 30-0 سانتی‌متری به‌طور کامل مخلوط شد. نتایج خصوصیات شیمیایی کودهای آلی مورد استفاده در جدول 2 نشان داده شده است.

میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم خالص بر اساس محتوی عناصر غذایی موجود در کودهای آلی به ترتیب برابر با 114، 18 و 220 کیلوگرم در هکتار برای تیمار شیمیایی مدنظر قرار گرفت. کودهای فسفر (به صورت سوپر فسفات تریپل) و پتاسیم (به صورت سولفات پتاسیم) قبل از کاشت به زمین اضافه گردید. کود نیتروژن (به صورت اوره) نیز به صورت سرک در سه مرحله همزمان با کاشت، بعد از تنک کردن و ابتدای گل‌دهی و همزمان با آبیاری به خاک افزوده شد.

جدول 1- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک

Table 1- Some of physical and chemical properties of field soil

اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	پتاسیم قابل دسترس (پی‌پی‌ام) Total K (ppm)	فسفر قابل دسترس (پی‌پی‌ام) Total P (ppm)	نیتروژن کل (پی‌پی‌ام) Total N (ppm)	بافت Texture
7.95	0.12	308.86	4.45	387	لومی Loam



شکل 1- آرایش کاشت یک طرفه با فاصله 70 سانتی‌متر (a)، یک طرفه با فاصله 90 سانتی‌متر (b) و دو طرفه (c)

Fig. 1- The sowing patterns based on a) one side with 70 cm, b) one side with 90 cm and c) two sides

نقاط دایره‌ای (●) نشان‌دهنده محل کاشت گیاه پنیرک می‌باشند.

The circle points (●) present the sowing place of mallow.

جدول 2- برخی خصوصیات شیمیایی کودهای آلی
Table 2- Some of chemical properties of organic fertilizer

کود آلی Organic fertilizer	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	فسفر قابل دسترس (پی-پی‌ام) Available P (ppm)	پتاسیم قابل دسترس (پی‌پی‌ام) Available K (ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
کود دامی Cow manure	1.86	106.77	225.67	8.75	7.70
کمپوست زباله شهری Compost made from house-hold waste	1.70	59.34	184.12	7.55	9.51

بذرها روی چهار ردیف به طول سه متر در نیمه اول اردیبهشت ماه سال اول به صورت دستی کاشته شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت جهت تسهیل در سبز شدن گیاهچه‌ها انجام شد. قابل ذکر است برای جلوگیری از ایجاد تداخل اثر تیمارهای کودی، آبیاری به شیوه نشتی و به صورت جداگانه برای هر کرت صورت گرفت. بوته‌ها در مرحله 6-4 برگی برای دستیابی به تراکم مورد نظر (فاصله روی ردیف 20 سانتی‌متر) تنک شدند. قابل ذکر است تراکم بوته روی ردیف برای تمام الگوهای کاشت یکسان در نظر گرفته شد. کنترل علف‌های هرز در هر دو سال بنا به ضرورت و از طریق وجین دستی انجام شد. با شروع گل‌دهی و برداشت گل‌ها (از اوایل اردیبهشت تا اواسط خرداد) شاخص‌های مربوط (تعداد و وزن‌تر و خشک گل) تعیین شد. برای تعیین وزن خشک، گل‌ها به مدت 72 ساعت در دمای 70 درجه سانتی‌گراد آون قرار گرفت. در انتهای فصل رشد همزمان با زرد شدن بوته‌ها (اواخر شهریور ماه)، تمام سطح کرت با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای (دو ردیف حاشیه‌ای و نیم متر ابتدا و انتهای هر کرت) برداشت و عملکرد بذر تعیین شد. قابل ذکر است اجزای عملکرد نیز در این زمان از سطح پنج بوته اندازه‌گیری و تعیین گردید. شاخص برداشت نیز بر اساس عملکرد دانه محاسبه گردید.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش از نرم‌افزار SAS-9.1 و MSTAT-C استفاده شد. میانگین‌ها نیز بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد مقایسه آماری شدند. لازم به توضیح است که شاخص‌های موردمطالعه پنیرک در سال اول و دوم به صورت کرت‌های دوبار خرد شده (اسپلیت اسپلیت- پلات) در زمان و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی آنالیز شدند. به این ترتیب، منابع کود، آرایش کاشت و برداشت (سال) به ترتیب عامل اصلی، فرعی و فرعی فرعی در نظر گرفته شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس اثر منابع کودی، آرایش کاشت و برداشت بر خصوصیات رشد و عملکرد کمی گل و بذر و درصد موسیلاژ پنیرک و مقایسه میانگین آنها به ترتیب در جدول‌های 3 و 4 نشان داده شده است.

ارتفاع بوته: بر اساس نتایج بدست آمده اثر ساده منابع کودی، آرایش کاشت و برداشت و اثر متقابل منابع کودی و آرایش کاشت بر ارتفاع بوته پنیرک معنی‌دار بود (جدول 3). مصرف کود دامی، کمپوست زباله شهری و کود شیمیایی به ترتیب موجب افزایش 62، 46 و 29 درصدی ارتفاع بوته در مقایسه با شاهد شد (جدول 4). در هر یک از تیمارهای کودی، کشت یک طرفه پنیرک با فاصله 70 سانتی‌متر (105/4 سانتی‌متر) کمترین تأثیر و آرایش کاشت دوطرفه (127/6 سانتی‌متر) بیشترین تأثیر را در افزایش ارتفاع بوته پنیرک داشت (جدول 4). همچنین در بین تیمارهای آزمایش، بیشترین افزایش در ارتفاع بوته در نتیجه کاربرد کود دامی و کاشت دو طرفه پنیرک (معادل 158/2 سانتی‌متر) مشاهده گردید و کمترین میزان مربوط به کاشت یکطرفه 70 سانتی‌متر و بدون مصرف کود (با 79 سانتی‌متر) بود (جدول 5). نقش مثبت اعمال کود دامی در افزایش ارتفاع بوته را می‌توان در ارتباط با تقویت مواد آلی، بهبود ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک و نیز افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی در خاک دانست که منجر به افزایش فراهمی عناصر غذایی برای رشد گیاه می‌شود (Khandan & Astaraei, 2005; Halajnia et al., 2007). همچنین به نظر می‌رسد که آرایش کاشت دوطرفه با توزیع یکنواخت‌تر بوته‌ها روی ردیف باعث کاهش رقابت شده (Tabatabaei & Shakeri, 2011) و افزایش ارتفاع را به دنبال داشت.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر منابع کودی، آرایش کاشت و برداشت بر شاخص‌های رشد و عملکرد کمی و کیفی پنیرک

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) for effects of fertilizer sources, sowing patter and harvest on growth characteristics and quantitative and qualitative yield of mallow

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه جانبی No. of branch	سطح برگ Leaf area	عملکرد تر گل Fresh flower yield	عملکرد خشک گل Dry flower yield	عملکرد بذر Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد موسیلاژ Mucilage percentage
بلوک Block	2	354.02 **	2.34 ns	257010.59 **	66.30 **	139964.62 *	54974.85 **	416940.3 *	91.53 **	0.03 ns
منابع کودی Fertilizer sources (F)	3	9620.46 **	629.48 **	7930999.02 **	366.74 **	24402698.55 **	2278805.37 **	77553086.4 **	279.35 **	36.82 **
خطای اصلی Error I	6	16.87359	19.27	8672.29	0.19	12589.88	2252.73	74452.1	13.44	0.41
آرایش کاشت Sowing pattern (S)	2	2974.69 **	216.01 **	1830158.56 **	19.06 *	1102530.39 **	52708.03 **	127147.9 **	28.81347 *	0.07 ns
F × S	6	185.42 **	18.27 ns	23475.83 ns	2.10 ns	239787.62 **	60106.59 **	1818456.5 **	27.31 *	0.11 ns
خطای فرعی Error II	16	19.50787	6.50	5868.16	0.37	23507.53	1452.91	80707.9	4.21	0.12
برداشت Harvest (H)	1	46056.63 **	1840.22 **	5237034.60 **	813.79 **	30641270.92 **	1504505.31 **	43635345.4 **	32.94 *	0.009 ns
F × H	3	9.90 ns	14.00 ns	61835.78 ns	3.13 ns	1141290.11 **	90025.92 **	2962808.9 **	32.53 **	0.37 ns
S × H	2	0.29 ns	28.18 *	34294.45 ns	2.08 ns	41417.71 ns	6391.87 *	537711.2 **	27.04 *	0.06 ns
F × S × H	6	6.92 ns	5.73 ns	961.36	1.32 ns	17876.70 ns	5323.09 *	177332.5 ns	11.98	0.05
خطای فرعی فرعی Error III	24	34.60	7.12	28093.92	5.48	34416.2	1672.11	83132.7	5.568056	0.09

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم اختلاف معنی‌دار

*, ** and ns are significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability and no significant, respectively

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر کاربرد کود و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد پنیرک

Table 4- Mean comparison of effects of fertilizer sources and sowing pattern on yield and yield components of mallow

تیمارها Treatments	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد شاخه جانبی No. of branch ($No.m^{-2}$)	سطح برگ Leaf area (cm^2)	عملکرد تر گل Fresh flower yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد خشک گل Dry flower yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بذر Seed yield ($t.ha^{-1}$)	شاخص Harvest index (%)	درصد موسیلاژ Mucilage percentage
منابع کودی Fertilizer sources									
کود دامی Manure	141.095 a*	22.1111 a	3276.59 a	16.2639 b	3666.65 b	5421.94 b	908.56 b	16.4833 b	12.0606 a
کمپوست Compost	127.606 b	19.3333 b	2961.71 b	14.1417 b	2666.01 c	3192.83 c	426.76 c	13.5056 c	11.7339 b
کود شیمیایی Chemical	112.633 c	14.8889 c	2591.34 c	17.5806 a	3816.20 a	5826.70 a	1033.56 a	17.9000 b	9.3211 d
شاهد Control	87.144 d	8.5556 d	1739.59 d	7.4239 c	1290.13 d	1368.61 d	307.30 d	22.9389 a	9.5511 c
آرایش کاشت Sowing pattern									
یک طرفه (۷۰ سانتی‌متر) One side (70 cm)	105.425 c	19.2083 a	2370.22 c	13.4108 b	2766.32 b	3950.14 a	648.76 b	17.1250 b	10.72333 a
یک طرفه (۹۰ سانتی‌متر) One side (90 cm)	118.344 b	16.2500 b	2634.37 b	13.2683 b	2707.99 b	3880.96 a	635.74 b	17.0250 b	10.66167 a
دو طرفه Two sides	127.590 a	13.2083 c	2922.34 a	14.8783 a	3104.94 a	4026.47 a	722.63 a	18.9708 a	10.61500 a
برداشت Harvest									
اول The first	91.828 b	11.1667 b	2372.61 b	10.4906 b	2207.39 b	3174.03 b	524.489 b	17.0306 b	10.67833 a
دوم The second	142.411 a	21.2778 a	2912.01 a	17.2144 a	3473.22 a	4731.01 a	813.597 a	18.3833 a	10.65500 a

*در هر ستون و برای هر فاکتور میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

*Means in each column and factor, followed by at least one same letter are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test

یاداو و همکاران (Yadav et al., 2003) افـزایش ارتفـاع گیـاه دارویی اسفرزه را بر اثر مصرف کودهای دامی گزارش کردند. نورمن و آرانکون (Norman & Arancon, 2006) نیز بیان داشتند که رشـد رویشی و ارتفاع گیاه در اثر مصرف کودهای دامی در گیاه توت فرنگی افزایش یافت. از سوی دیگر، ارتفاع بوته پنیرک در سال دوم (142/4 سانتی‌متر) به‌طور معنی‌دار بیش از سال اول (91/8 سـانتی‌متـر) بـود (جدول 4). این امر می‌تواند به دلیل ماهیت رشد چند ساله گیاه پنیرک و در نتیجه استقرار بهتر بوته در سال دوم باشد که منجر به افـزایش توانایی گیاه در جذب عناصر غذایی از خاک در سال دوم در مقایسه با سال اول شد.

جدول 5- مقایسه میانگین اثر متقابل کاربرد کود و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه پنیرک

Table 5- Mean comparison of interaction effects of fertilizer sources and sowing pattern on yield and yield components of mallow

منابع کودی Fertilizer sources	آرایش کاشت Sowing pattern	ارتفاع بوته Plant height (cm)	عملکرد خشک گل Dry flower yield (kg.ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biological yield (t.ha^{-1})	عملکرد بذر Seed yield (t.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)
کود دامی Manure	یک طرفه (70 سانتی‌متر) One side (70 cm)	120.88 d*	3360.11 d	4533.65 c	727.88 c	15.68 de
	یک طرفه (90 سانتی‌متر) One side (90 cm)	144.23 b	3568.69 c	5631.15 b	928.40 b	16.33 d
	دو طرفه Two sides	158.18 a	4071.17 a	6101.03 a	1069.40 a	17.43 d
کمپوست Compost	یک طرفه (70 سانتی‌متر) One side (70 cm)	117.07 e	2412.56 g	3529.44 e	459.99 d	13.08 e
	یک طرفه (90 سانتی‌متر) One side (90 cm)	130.83 c	2597.98 f	2766.73 i	387.69 e	14.10 de
	دو طرفه Two sides	134.92 c	2987.50 e	3282.30 e	432.59 fg	13.33 e
کود شیمیایی Chemical	یک طرفه (70 سانتی‌متر) One side (70 cm)	104.77 g	3853.97 b	6126.86 a	1062.11 a	17.38 d
	یک طرفه (90 سانتی‌متر) One side (90 cm)	113.37 f	3569.45 c	5786.31 b	939.46 b	16.28 d
	دو طرفه Two sides	119.77 de	4025.17 a	5566.94 b	1099.10 a	20.03 c
شاهد Control	یک طرفه (70 سانتی‌متر) One side (70 cm)	78.98 j	1438.64 h	1610.59 f	345.05 e	22.35 ab
	یک طرفه (90 سانتی‌متر) One side (90 cm)	84.95 i	1095.85 j	1339.63 fg	287.40 f	21.38 b
	دو طرفه Two sides	97.50 h	1335.92 i	1155.61 g	289.45 f	25.08 a

*در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

*Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test

جدول 6- مقایسه میانگین اثر متقابل منابع کودی و برداشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه پنیرک

Table 6- Mean comparison of interaction effects of fertilizer sources and harvest on yield and yield components of mallow

منابع کودی Fertilizer sources	برداشت Harvest	عملکرد خشک گل Dry flower yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد بذر Seed yield ($t. ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)
کود دامی Manure	اول The first	2737.24 c*	4302.22 b	670.09 c	15.39 d
	دوم The second	4596.06 a	6541.67 a	1147.03 a	17.58 c
کمپوست Compost	اول The first	2102.03 d	2463.49 d	338.81 e	13.81 e
	دوم The second	3229.98 b	3922.16 c	514.70 d	13.20 e
کود شیمیایی Chemical	اول The first	3048.59 b	4786.64 b	873.87 b	18.38 c
	دوم The second	4583.81 a	6866.76 a	1193.25 a	17.42 c
شاهد Control	اول The first	941.69 f	1143.77 f	215.19 f	20.54 b
	دوم The second	1638.58 e	1593.45 e	399.41 e	25.33 a

*در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

*Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test

جدول 7- مقایسه میانگین اثر متقابل برداشت و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه پنیرک

Table 7- Mean comparison of interaction effects of sowing pattern and harvest on yield and yield components of mallow

آرایش کاشت Sowing pattern	برداشت Harvest	تعداد شاخه جانبی No. of branch (m^2)	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد بذر Seed yield ($t.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index (%)
یک طرفه (70 سانتی‌متر) One side (70 cm)	اول The first	15.25 c*	3308.65 c	513.59 c	15.27 d
	دوم The second	23.17 a	4591.62 b	783.92 b	18.98 b
یک طرفه (90 سانتی‌متر) One side (90 cm)	اول The first	11.17 d	3125.22	500.64 c	16.66 c
	دوم The second	21.33 a	4636.70 b	770.84 b	17.39 c
دو طرفه Two sides	اول The first	7.08 d	3088.23 d	559.23 c	19.17 a
	دوم The second	19.33 b	4964.71 a	886.03 a	18.78 b

*در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

*Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's Multiple Rang Test

تعداد شاخه جانبی در بوته: با وجود اثر ساده معنی‌دار منابع کودی و آرایش کاشت و برداشت و نیز اثر متقابل آرایش کاشت و برداشت بر تعداد شاخه‌های جانبی پنیرک، اثر متقابل کود و آرایش کاشت و نیز برداشت و آرایش کاشت بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول 3). در بین تیمارهای کودی، کاربرد کود دامی در مقایسه با شاهد، بیشترین تأثیر معنی‌دار را در افزایش شاخص ذکر شده (تا حدود سه برابر) داشت (جدول 4). به‌طوری‌که مصرف کود دامی، کمپوست زباله شهری و کود شیمیایی موجب افزایش به ترتیب 158، 126 و 74 درصدی تعداد شاخه جانبی در بوته شد. بیشترین و کمترین تعداد شاخه جانبی به ترتیب برای آرایش کاشت یکطرفه (70 سانتی‌متر) و دوطرفه با 19/2 و 13/2 تعداد در بوته بدست آمد (جدول 4). همچنین در هر یک از آرایش‌های کاشت، تعداد شاخه جانبی در بوته پنیرک در سال دوم به‌طور معنی‌داری بیشتر (تا دو برابر) از سال اول بود؛ به‌طوری‌که بالاترین تعداد شاخه جانبی برای آرایش کاشت یکطرفه

70 سانتی‌متر در برداشت دوم با 23/2 شاخه در متر مربع و کمترین میزان به آرایش دوطرفه در برداشت اول با 7/1 شاخه در متر مربع اختصاص داشت (جدول 7).

در این ارتباط، پور موسوی و همکاران (Poor Mousavi et al., 2009) نیز گزارش کردند که کاربرد کود دامی به‌طور مؤثری منجر به افزایش تعداد شاخه فرعی و تعداد غلاف در بوته سویا شد. برتری معنی‌دار کودهای آلی نسبت به شیمیایی نیز می‌تواند به دلیل فراهمی متعادل و آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی باشد. در این ارتباط حلاج‌نیا و همکاران (Halajnia et al., 2007) گزارش کردند که عناصر غذایی موجود در کودهای دامی در مقایسه با کودهای شیمیایی در مدت زمان طولانی‌تری برای گیاه قابل جذب می‌باشد که این امر می‌تواند به دلیل آزادسازی تدریجی عناصر غذایی از کودهای آلی نقش مؤثری بر بهبود ثبات بوم‌نظام‌های زراعی به همراه داشته باشد. در بین آرایش‌های کاشت، آرایش کاشت یک طرفه پنیرک با فاصله 70 سانتی‌متر بیشترین تأثیر معنی‌دار را در افزایش تعداد شاخه جانبی داشت. از سوی دیگر، کمترین تعداد شاخه جانبی (معادل 13/2 شاخه در بوته) در نتیجه کشت دو طرفه پنیرک مشاهده شد (جدول 4). به نظر می‌رسد که اجرای کشت دو طرفه از طریق افزایش تراکم و به‌تبع‌آن افزایش رقابت بوته‌ها برای جذب منابع منجر به کاهش رشد و نمو شاخه‌های جانبی در گیاه شد. نرسون (Nerson, 2005) بیان داشت که افزایش تراکم موجب کاهش رشد شد و در نتیجه تعداد شاخه جانبی را کاهش داد.

سطح برگ: بر اساس نتایج جدول 3 اثر ساده منابع کودی، آرایش کاشت و برداشت به‌طور معنی‌داری عملکرد تر و خشک گل پنیرک را تحت تأثیر قرار داد. اثر متقابل منابع کودی× آرایش کاشت و نوع منبع کودی ×برداشت بر عملکرد خشک گل معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که اجرای کشت دو طرفه پنیرک در مقایسه با سایر آرایش-ها نقش بیشتری در افزایش معنی‌دار سطح برگ گیاه پنیرک داشت (جدول 4). در بین تیمارهای کودی نیز بیشترین سطح برگ پنیرک (معادل 3276/6 سانتی‌متر مربع) در نتیجه کاربرد کود دامی مشاهده گردید (جدول 5). همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد، فراهمی متعادل عناصر غذایی در کنار بهبود ساختار فیزیکی خاک حاصل از مصرف کودهای دامی (Eghball et al., 1997; Koocheki et al., 2008) نقش مؤثری در افزایش رشد رویشی در گیاه پنیرک داشته است. بکارگیری آرایش کاشت دوطرفه احتمالاً از طریق توزیع مناسب بوته-ها، ایجاد آرایش فضایی مناسب بر سطح خاک به منظور بهره‌گیری مطلوب از نور موجب بهبود رشد و افزایش فتوسنتز شده (Tabatabaei & Shakeri, 2011) و در نهایت، با افزایش سهم آسیمیلات‌های فتوسنتزی افزایش سطح برگ را به دنبال داشته است. در سال دوم اجرای آزمایش، سطح برگ پنیرک به‌طور معنی‌دار (تا 23 درصد) بیش از سال اول بود (جدول 4).

عملکرد تر و خشک گل: هر دو شاخص عملکرد تر و خشک گل به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر اثر کود و آرایش کاشت قرار گرفت (جدول 3). همچنین اثر متقابل اثر کود و آرایش کاشت و نیز کود و برداشت بر عملکرد خشک گل معنی‌دار بود (جدول 3). نتایج نشان-دهنده آن بود که آرایش دو ردیفه در مقایسه با سایر آرایش‌های کاشت، بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد گل تر و خشک پنیرک داشت (جدول 4). در هر یک از تیمارهای کودی (کود دامی، کمپوست و شیمیایی) بیشترین عملکرد خشک به‌طور معنی‌دار با اجرای آرایش کاشت دوطرفه به دست آمد؛ به‌طوری‌که بیشترین عملکرد خشک گل برای کود دامی و آرایش کاشت دوطرفه (4071/17 کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد و کمترین میزان این صفت به شاهد×آرایش کاشت یکطرفه 90 سانتی‌متر (1095/85 کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت (جدول 5). همچنین در هر یک از منابع کودی، عملکرد گل خشک در سال دوم به‌طور معنی‌دار بیش از سال اول بود؛ به‌طوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد خشک گل به ترتیب برای کود دامی×برداشت دوم (4596/06 کیلوگرم در هکتار) و شاهد×برداشت اول (941/69 کیلوگرم در هکتار) بدست آمد (جدول 6). جهان (Jahan, 2004) نیز افزایش وزن خشک گل بابونه در نتیجه مصرف کود دامی را به تأثیر مثبت این کود بر خصوصیات فیزیکی و وضعیت عناصر غذایی خاک نسبت داد. رشد بهتر و در نتیجه عملکرد بالاتر بوته‌های پنیرک به آزادسازی تدریجی عناصر غذایی از کود دامی مربوط می‌باشد که علاوه بر بهبود فتوسنتز، سبب تسهیم بهتر مواد فتوسنتزی بین اندام‌های مختلف شده و در نهایت، افزایش عملکرد را موجب شده است. البته آزادسازی تدریجی عناصر غذایی نیز می‌تواند در درازمدت علاوه بر کاهش آلودگی‌های زیست محیطی، موجب بهبود کارایی مصرف نهاده‌ها و حرکت در جهت نیل به پایداری بوم-نظام‌ها شود. نتایج مطالعات سنسی (Senesi, 1989) نیز تأیید نمود که مصرف کودهای آلی علاوه بر کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و حفظ تنوع زیستی خاک، به دلیل آزادسازی تدریجی عناصر غذایی

نقش مثبتی بر بهبود خصوصیات رشدی و عملکرد گیاهان دارد. علاوه بر این، بالاتر بودن خصوصیات رشد و عملکرد خشک و تر گل و همچنین عملکرد بیولوژیک و بذر پنیرک تحت تأثیر استقرار بهتر، دوره رشد طولانی‌تر و مدت زمان بیشتر برای جذب آب و مواد غذایی می‌باشد. بدین ترتیب، از آنجا که پنیرک گیاهی چندساله می‌باشد، بنظر می‌رسد که در سال اول بیشتر جنبه استقرار برای گیاه مطرح بوده و از سال دوم به بعد با استقرار مناسب و توسعه بهتر سیستم ریشه‌ای، دسترسی به عناصر و مواد غذایی افزایش یافته که این امر باعث بهبود خصوصیات رشد و عملکرد شده است. به عبارت دیگر، در سال اول، عمده انرژی گیاه صرف استقرار شده و عملکرد اقتصادی و قابل قبول این گیاه از سال دوم مطرح می‌باشد. نتایج مطالعه کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2008) و شباهنگ و همکاران (Shabahang et al., 2014) روی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) نشاندهنده بالاتر بودن خصوصیات رشد و عملکرد این گیاه در سال دوم در مقایسه با سال اول بود. آنها دلیل این امر را به استقرار بهتر این گیاه در سال دوم نسبت دادند.

عملکرد بیولوژیک، بذر و شاخص برداشت: اثر ساده منابع کودی، آرایش کاشت و برداشت بر عملکرد بیولوژیک و بذر گونه دارویی پنیرک معنی‌دار بود. اثر متقابل منابع کودی×آرایش کاشت، منابع کودی×برداشت و آرایش کاشت×برداشت نیز این صفات را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد. عملکرد بذر به‌طور معنی‌داری تحت اثر متقابل سه گانه منابع کودی×آرایش کاشت×برداشت قرار گرفت (جدول 3). میزان افزایش عملکرد بیولوژیک در شرایط مصرف کود شیمیایی، کود دامی و کمپوست زباله شهری به ترتیب برابر با 326، 296 و 133 درصد در مقایسه با شاهد بود. میزان این افزایش برای عملکرد بذر به ترتیب برابر با 236، 196 و 39 درصد بود. بالاترین عملکرد بیولوژیک و بذر در مقایسه آرایش‌های کاشت مربوط به آرایش دوطرفه (به ترتیب با 4731/01 و 813/60 کیلوگرم در هکتار) بود و کمترین میزان آن به آرایش یکطرفه 90 سانتی‌متر (به ترتیب با 3880/96 و 635/74 کیلوگرم در هکتار) تعلق داشت. میزان افزایش عملکرد بیولوژیک و بذر در برداشت دوم نسبت به اول به ترتیب برابر با 49 و 55 درصد بود (جدول 4). در شرایط اجرای کشت دو طرفه کاربرد کود شیمیایی، کود دامی و کمپوست در مقایسه با شاهد منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک شد؛ به‌طوری‌که بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک به ترتیب برای کود شیمیایی×آرایش کاشت یکطرفه 70 سانتی‌متر (6126/86 کیلوگرم در هکتار) و شاهد (1155/61 کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. در بین تیمارهای مربوط به کود دامی، کشت دو طرفه پنیرک (1069/4 کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با کشت یک طرفه 70 سانتی‌متر (727/9 کیلوگرم در هکتار)، منجر به افزایش عملکرد بذر تا 47 درصد شد (جدول 5). بالاترین عملکرد بیولوژیک برای کود شیمیایی ×برداشت دوم (6866/76 کیلوگرم در هکتار) بدست آمد و پایین‌ترین میزان به شاهد×برداشت اول (1143/77 کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت. بیشترین و کمترین عملکرد بذر به ترتیب برای کود دامی×برداشت دوم (1147/03 کیلوگرم در هکتار) و شاهد×برداشت اول (215/19 کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول 6). همچنین عملکرد بذر و بیولوژیک در هر یک از منابع کود یا آرایش کاشت در سال دوم به‌طور معنی‌دار بیش از سال اول بود؛ به‌طوری‌که بیشترین عملکرد بیولوژیک و بذر به ترتیب به آرایش دو طرفه در برداشت دوم به ترتیب برابر با 4964/71 و 886/03 کیلوگرم در هکتار اختصاص داشت. کمترین میزان این صفات به ترتیب برای آرایش کاشت دو طرفه در برداشت دوم (3088/23 کیلوگرم در هکتار) و آرایش یکطرفه 90 سانتی‌متر در برداشت اول (500/64 کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول 7). کود دامی با تأثیر مثبت بر خصوصیات فیزیکی، بیولوژیکی و شیمیایی خاک، شرایط ریزوسفر را برای رشد بوته‌ها بهبود بخشیده است که این امر از طریق افزایش و تحریک رشد گیاه، منجر به افزایش سطح برگ به عنوان اندام فتوسنتزکننده مؤثر بر بهبود تولید شده و در نهایت، عملکرد را بهبود بخشیده است. لیتی و همکاران (Leithy et al., 2006) نیز گزارش نمودند از آنجا که ریشه مرکز ثقل گیاه در خاک محسوب می‌شود، بنابراین، تغییر مدیریت حاصلخیزی خاک بر مبنای مصرف نهاده‌های آلی نظیر کود دامی با بهبود خصوصیات خاک، علاوه بر افزایش رشد و عملکرد محصول، پایداری بوم‌نظام را نیز تحت تأثیر قرار داده و آن را در درازمدت تضمین می‌نماید. نتایج مطالعه کاتر و همکاران (Kawthar et al., 2010) نیز نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار کمپوست و کود دامی در افزایش عملکرد گلبرگ و نیز عملکرد بذر در گلرنگ بود. علاوه بر این به نظر می‌رسد که آرایش کاشت دو طرفه از طریق کاهش رقابت برای جذب نور و کاهش سایه‌اندازی (Tabatabaei & Shakeri, 2011) در توسعه بهتر سطح اندام‌های فتوسنتزی مؤثر بوده و گسترش سطح برگ با افزایش فتوسنتز و تولید گل، در نهایت، عملکرد بیولوژیک و

بذر را بهبود داد. راسخ و همکاران (Rasekh et al., 2009) بیان داشتند که اثر آرایش کاشت بر عملکرد اندام‌های هوایی، عملکرد غلاف و عملکرد دانه بادام زمینی (*Arachis hypogeal* L.) معنی‌دار بود.

با وجود نقش معنی‌دار تیمارهای کودی در افزایش عملکرد گل و بذر پنیرک، اعمال کودهای دامی، کمپوست و شیمیایی منجر به کاهش شاخص برداشت پنیرک شد (جدول 4)؛ به‌طوری که بیشترین شاخص برداشت پنیرک (25 درصد) در نتیجه کشت دوطرفه و عدم اعمال کود (شاهد) به دست آمد و کمترین میزان به کمپوست زباله شهری×آرایش کاشت یکطرفه 70 سانتی‌متر (13درصد) تعلق داشت (جدول 5). بر اساس نتایج اثر متقابل کود و برداشت نیز بیشترین شاخص برداشت در سال دوم اجرای آزمایش و در شاهد (25 درصد) مشاهده شد و کمترین میزان برای کمپوست زباله شهری در برداشت دوم (13 درصد) محاسبه شد (جدول 6). بالاترین و پایین‌ترین شاخص برداشت به ترتیب برای آرایش دوطرفه در برداشت اول و آرایش یکطرفه 70 سانتی‌متر در برداشت اول با 19 و 15 درصد حاصل شد (جدول 7). به نظر می‌رسد در شرایط مصرف کود دامی و یا شیمیایی، عملکرد بذر به ازای کل ماده خشک تولید شده در گیاه (شاخص برداشت بذر) کاهش یافت. از این رو به نظر می‌رسد که در شرایط عدم مصرف کود، کارایی تخصیص عناصر جذب شده و یا مواد فتوسنتزی گیاه به بذر افزایش می‌یابد. در این ارتباط ملافیلابی و همکاران (Mollafilabi et al., 2010) گزارش کردند که با افزایش مصرف کود نیتروژن (صفر تا 150 کیلوگرم در هکتار)، شاخص برداشت سیاهدانه کاهش یافت. مرادی و همکاران (Moradi et al., 2010) نیز گزارش کردند که مصرف کودهای آلی باعث کاهش معنی‌دار شاخص برداشت رازیانه گردید.

درصد موسیلاژ: بجز اثر منابع کودی بر درصد موسیلاژ گل پنیرک، اثر سایر فاکتورهای آزمایش بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول 3). طبق نتایج به دست آمده، کاربرد کود دامی در مقایسه با شاهد بیشترین تأثیر معنی‌دار را در افزایش درصد موسیلاژ داشت؛ به‌طوری‌که بیشترین درصد موسیلاژ برای کود دامی (12/06 درصد) بدست آمد و کمترین میزان به کود شیمیایی (9/32 درصد) تعلق داشت (جدول 4). از آنجا که تولید موسیلاژ به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر افزایش تولید آسیمیلات‌ها در گیاهان می‌باشد (Parry, 1922)، بنظر می‌رسد که مصرف کود دامی از طریق افزایش دسترسی به عناصر غذایی و توسعه سیستم ریشه‌ای که متأثر از بهبود شرایط خاک در منطقه ریزوسفر می‌باشد، با افزایش تولید آسیمیلات-ها، تولید موسیلاژ را بهبود بخشید.

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش حاکی از نقش مؤثر کاربرد کودهای آلی به ویژه کود دامی در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد پنیرک داشت. با این وجود کاربرد این کود آلی منجر به کاهش شاخص برداشت پنیرک شد. از نظر عملکرد گل نیز کشت دو طرفه در مقایسه با کشت یک طرفه نقش مؤثرتری در بهبود شاخص‌های ذکر شده داشت. به‌طور کلی، بر اساس نتایج این آزمایش آرایش کاشت دوطرفه و بهره‌گیری از کودهای دامی را می‌توان به عنوان راهکاری پایدار جهت دستیابی به عملکرد مطلوب کمی و کیفی در مدیریت این گونه دارویی مدنظر قرار داد.

قدردانی

هزینه‌های مورد نیاز جهت انجام این طرح توسط معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی و در قالب طرح تحقیقاتی مصوب با کد 2/27066 مورخ 1392/3/22 تأمین شده است که بدین‌وسیله از حمایت‌های مالی دانشگاه تشکر و سپاسگزاری می-گردد.

منابع

Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R.A., and Idowu, O.J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. Journal of Plant Nutrition 27: 1163–1181.

Azizi, M. 2000. Evaluation the impact of some environmental and physiological factors on growth and yield and essential oil content of *Hypericum* under agronomic and *in vitro* conditions. PhD Thesis in Horticultural Sciences, College of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Bazrafshan, F., Fathi, G., Siadat, A.A., Aynehband, A., and Alami, S.K. 2005. Effects of planting pattern and plant density on yield and yield components of sweet corn. Scientific Journal of Agriculture 28: 117-126. (In Persian with English Summary)

Begna, S.H., Hamilton, R.I., Dwyer, L.M., Stewart, D.W., and Smith, D.L. 1997. Effects of population density and planting pattern on the yield and yield components of leafy reduced-stature maize in a short-season area. Journal of Agronomy and Crop Science 179(1): 9–17.

Eghball, B., Power, J.F., Gilley, J.E., and Doran, J.W. 1997. Nutrient, carbon, and mass flow of beef cattle feedlot manure during composting. Journal of Environment Quality 26: 189–193.

Gupta, S., Munyankusi, E., Monerief, J., Zvomuya, F., and Hanewall, M. 2004. Tillage and manure application effects mineral nitrogen leaching from seasonally frozen soils. Journal of Environment Quality 33: 1239–1246.

Halajnia, A., Haghnia, G.H., Fotovat, A., and Khorasani, R. 2007. Effect of organic matter on phosphorus availability in calcareous soils. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 10: 121–133. (In Persian with English Summary)

Herencia, J.F., Ruiz-Porras, J.C., Melero, S., Garcia-Galavis, P.A., Morillo, E., and Maqueda, C. 2007. Comparison between organic and mineral fertilization for soil fertility levels, crop macronutrient concentrations, and yield. Agronomy Journal 99: 973–983.

Jahan, M. 2004. Ecological aspects of intercropping *matricaria chamomilla* with *Calendula officinalis* in combination with animal manure. MSc dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Kawthar, A.E.R., Manaf, H.H., Hasna, A.H.G., and Shahat, I.M. 2010. Influence of compost and rock amendments on growth and active ingredients of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Australian Journal of Basic and Applied Sciences 4: 1626–1631.

Khandan, A., and Astaraei, A.R. 2005. Effects of organic (municipal waste compost, manure) and fertilizers on some physical properties of soil. Desert 10: 361–368. (In Persian with English Summary)

Koochaki, A., Tabrizi, L., Jahani, M., Mohammad Abadi, A.A. 2011a. An evaluation of the effect of saffron (*Crocus sativus* L.) corm planting rate and pattern on the crop's performance. Iranian Journal of Horticultural Science 42: 379–391. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Gholami, A., Mahdavi Damghani, A., and Tabrizi, L. 2008. Organic Field Crop Handbook. Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian)

Koocheki, A., Jahani, M., Tabrizi, L., and Mohammad Abadi, A.A. 2011b. Investigation on the Effect of biofertilizer, chemical fertilizer and plant density on yield and corm criteria of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Water and Soil 25: 196–206. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Tabrizi, L., and Ghorbani, R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Field Crops Research 6(1): 127-137. (In Persian with English Summary)

Leithy, S., El-Meseiry, T.A., and Abdallah, E.F. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil quality. Journal of Applied Sciences Research 2: 773-779.

Liu, E., Yan, C., Mei, X., He, W., Bing, S.H., Ding, L., Liu, Q., Liu, S., and Fan, T. 2010. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. Geoderma 158: 173-180.

Maeder, P., Fliessbach, A., Dubois, D., Gunst, L., Fried, P., and Niggli, U. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. Science 296(5573): 1694-1697.

Moazzen, S., Daneshian, J., Valadabadi, S.A., and Baghdadi, H. 2006. Study of plant population and phosphate fertilization on some agronomic characters and seed and fruit yield of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 22(4): 397-407. (In Persian with English Summary)

Mollafilabi, A., Rashed, M.H., Moodi, H., and Kafi, M. 2010. Effect of plant density and nitrogen on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). Acta Horticulturae 85: 115-126.

Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nasiri Mahallati, M., and Lakzian, A. 2010. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (fennel). Iranian Journal of Field Crops Research 7: 625–635. (In Persian with English Summary)

Nassiri Mahalati, M., Koocheki, A., Rezvani, P., and Beheshti, A. 2009. Agroecology. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Ian. (In Persian)

Nerson, H. 2005. Effects of fruit shape and plant density on seed yield and quality of squash**.** Scientia Horticulturae

105: 293-304.

Norman, Q., and Arancon, C. 2006. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. European Journal of Soil Biology 42: 65–69.

Pandey, R. 2005. Management of meloidogyne incognita in *Artemisia* pallens with bio-organics. Phytoparasitica 33: 304–308.

Parry, E.J. 1922. The Chemistry of Essential Oils and Artificial Perfumes. 4th Edition, Scott, Greenwood and Son. 365 pp.

Patra, D.D., Anwar, M., and Chand, S. 2000. Integrated nutrient management and waste recycling for restoring soil fertility and productivity in Japanese mint and mustard sequence in Uttar Pradesh, India. Agriculture, Ecosystems and Environment 80: 267-275.

Poor Mousavi, S.M., Galavi, M., Daneshiyan, J., Ghanbari, A., Basirani, N., and Jonoobi, P. 2009. Effect of animal manure application on quantitative and qualitative yield of soybean in drought stress conditions. Iranian Journal of Field Crop Research 40: 133–145. (In Persian with English Summary)

Quansah, J.E., Engel, B.A., and Chaubey, I. 2008. Tillage practices usage in early warning prediction of atrazine pollution. Trans. ASABE 51-54: 1311–1321.

Rasekh, H., Asghari, J., Masoumi, S.L., Safarzadeh Vishkayee, M.N., and Dabbagh Mohammadi Nasab, A. 2009. A study of variation in weed population and yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) under two different planting patterns and some different plant densities in Guilan province. Iranian Journal of Field Crop Science 40(3): 171-180. (In Persian with English Summary)

Safadoust, A., Mosadeghi, M.R., Mahboubi, A.A., Norouzi, A., and Asadian, G.H. 2007. Short-term tillage and manure influences on soil structural properties. Journal of Science of Technology of Agriculture and Natural Resources 11: 91–100. (In Persian with English Summary)

Senesi, N. 1989. Composted materials as organic fertilizers. Science of the Total Environment 81-82: 521-542.

Shabahang, J., Khorramdel, S., Asadi, G.A., Mirabi, E., and Nemati, H. 2010. The effects of intra and inter-row spaces and planting pattern on the yield components, seed and oil yield of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Journal of Agroecology 2: 417-427. (In Persian with English Summary)

Shabahang, J., Khorramdel, S., Siahmargue, A., Gheshm, R., and Jafari, L. 2014. Evaluation of integrated management of organic manure application and mycorrhiza inoculation on growth criteria, qualitative and essential oil yield of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) under Mashhad climatic conditions. Journal of Agroecology 6(2): 353-363. (In Persian with English Summary)

Sharma, R.N., and Prasad, R. 1990. Effect of seed rates and row spacing in fennel cultivars. Indian Journal of Agronomy 35: 455-456.

Tabatabaei, S.A., and Shakeri, E. 2011. Effect of planting patterns on yield and morphological traits of cotton varieties. Journal of Research on Crop Improvement 3(3): 307-319. (In Persian with English Summary)

Unver, A., Arslan, D., Ozcan, M.M., and Akbulut, M. 2009. Phenolic content and antioxidant activity of some spices. World Applied Sciences Journal 6: 373-377.

Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil 255: 571–586.

Wichtl, M. 2004. Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals: A Handbook for Practice on a Scientific Basis. Medpharm, Health and Fitness 704 pp.

Yadav, R.L., Keshwa, G.L., and Yadav, S.S. 2003. Effect of integrated use of FYM and sulphure on growth and yield of isabgol. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences 25: 668–671.

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.2, Summer 2019, p. 687-701

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 2، تابستان 1398، ص 701-687

Evaluation of planting patterns and fertilizer treatments on growth and flower and seed yield of mallow (*Malva sylvestris* L.) as a medicinal plant

A. Koocheki[1]*, S. Khorramdel[2], E. Ebrahimian[3] and J. Shabahang[3]

Submitted: 06-12-2014
Accepted: 27-01-2015

Koocheki, A., Khorramdel, S., Ebrahimian, E., and Shabahang, J. 2019. Evaluation of planting patterns and fertilizer treatments on growth and flower and seed yield of mallow (*Malva sylvestris* L.) as a medicinal plant. Journal of Agroecology. 11 (2):687-701.

Introduction

Under limited moisture conditions, various row planting arrangements have been utilized to provide additional moisture for plant growth and development. Planting patterns had significant effects on the availability of water in time to better match crop development.

Soil fertility is one of the most important factors in agricultural operations. Also, soil fertility greatly contributes to yield differences for the same agronomic practices. It is well-known from numerous fertilizer experiments that mallow yield is strongly dependent on the supply of organic matter and mineral nutrients. Cow manure and municipal waste compost in controlling different types of debris and the reduction in fertilizer consumption in agricultural products and mineral absorption elements improve low consumption by plants.

Mallow (*Malva sylvestris*) (Malvaceae) is a medicinal plant that it was used for its emollient and laxative properties and is a popular medicine. Mallow broadly used for various inflammatory conditions (Wichtl, 2004). Phytochemical studies of this plant revealed the presence of numerous polysaccharides, anthocyanins, coumarins, tannins, flavones, flavonols, anthocyanidins, leucoanthocyanidines, mucilagen and essential oil (Unver et al., 2009).

Therefore, the objectives of the current study are to evaluate the effects of planting pattern and fertilizer treatments on growth, flower and seed yield of mallow as a medicinal plant.

Materials and methods

A field experiment was conducted as a split-plot based on a complete randomized block design with three replications at Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad during two growing seasons of 2012-2013 and 2013-2014. Fertilizer sources of cow manure (40 $t.ha^{-1}$), municipal waste compost (20 $t.ha^{-1}$), chemical fertilizer and control (without fertilizer), three planting patterns included 70 cm apart single side row, 90 cm apart single side row and two side rows and two harvests were the main, sub and subfactors, respectively.

After land preparation, organic fertilizers were added to the soil. Based on nutrient contents in organic fertilizers, N, P and K for chemical fertilizers were determined by 114, 18 and 220 $kg.ha^{-1}$. P (as triple superphosphate) and K (potassium sulfate) were applied just before sowing. Urea (N fertilizer) was applied as a top dressing in three stages such as sowing, thinning and flowering stages when the crop was irrigated.

Plant height, the fresh yield of flower, the dry yield of flower, biological yield, seed yield and mucilage content of mallow were measured.

To analyze the variance of the experimental data and drawing of diagrams, MSTAT-C and Excel software was used. All the averages were compared according to Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$).

Results and discussion

The results showed that the simple and interaction effects were significant on most studied traits. The highest dry yield of the flower was observed in the interaction of manure+ two side rows (4071.17 $kg.ha^{-1}$) and the lowest was for control+90 cm apart single row (1095.85 $kg.ha^{-1}$). The maximum and the minimum dry yield of the flower were observed in manure in the second harvest (4596.06 $kg.ha^{-1}$) and for control in the first harvest (941.69 $kg.ha^{-1}$) treatment, respectively. The highest biological yield and seed yield were obtained in two side

1, 2 and 3- Professor, Associate Professor and PhD Student, Department of Agrotechnology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: akooch@um.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v11i2.42037

rows (4731.01 and 813.60 kg.ha^{-1}) and the lowest was for 90 cm apart single row (with 3880.96 and 635.74 kg.ha^{-1}), respectively. Manure affected mucilage percent significantly, (12.06%) and the lowest was for chemical fertilizer (9.32%).

Conclusion

Manure increased nutrient uptake by plants, improving plant hormone-like activity, increase soil water holding capacity, and generally improve the growth and yield of medicinal plant. It can be concluded that two side rows and cow manure could be considered as a suitable treatment for improving quantity and quality yield of this medicinal plant.

Acknowledgment

This research (27066.2) was funded by Vice Chancellor for Research of the Ferdowsi University of Mashhad, which is hereby acknowledged.

Keywords: Municipal waste compost, Manure, Two sides planting